

**EXTRACT**

2. Claim

A system of saving pages to external program storage device, comprising:

a page table for associating pages loaded onto an actual storage device with pages on a virtual storage device;

a page management device for managing a state of each page to update information indicating a state of each page on the page table;

page selection and collection means for selecting based on the page table, from the pages present in the actual storage device for a running program, a page updated after being loaded onto the actual storage device from the virtual storage device and a page accessed for the latest certain period, and for collecting information in the page table as to the pages thus selected to provide the information in sequential areas on the page table; and

page saving means for saving, to an external storage device, the pages selected by the page selection and collection means and corresponding the information collected by the page selection and collection means.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-061346

(43)Date of publication of application : 17.03.1988

(51)Int.Cl. G06F 12/10  
G06F 9/46

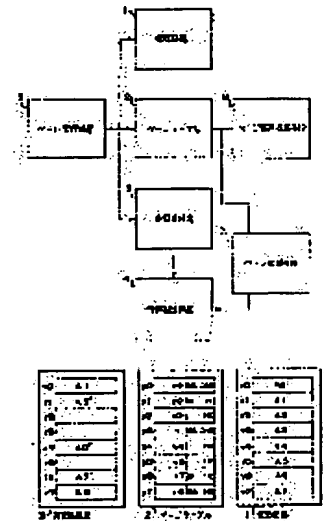
(21)Application number : 61-206304 (71)Applicant : NEC CORP  
(22)Date of filing : 02.09.1986 (72)Inventor : UESHIMA AKIRA

## (54) SAVING SYSTEM TO EXTERNAL STORAGE DEVICE OF PROGRAM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To shorten a processing time required for saving and to minimize the capacity of an external storage device necessary for saving at the time of saving the page during processing by providing a page selecting collecting means and a page saving means.

**CONSTITUTION:** Page images A0WA7 of a program are prepared on a virtual memory 1 and at the time of executing, loaded to an actual memory device 3 at a page unit. At such a time, a flag M to show that the images are loaded is set to a page table word by a page control device 5. When the page image of the actual memory device 3 is updated, a flag A is set to the page table word. When the loaded page is accessed, a flag D is set. When the program uses a central processing unit for a constant time, a history H to show the access condition of respective pages is updated and the flag D is deleted, by the page control device 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-61346

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)3月17日

G 06 F 12/10  
9/46

3 1 0

H-7927-5B  
C-8320-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 プログラムの外部記憶装置への退避方式

⑯ 特 願 昭61-206304

⑰ 出 願 昭61(1986)9月2日

⑱ 発 明 者 上 嶋 暁 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 河原 純一

明 細 書

1. 発明の名称

プログラムの外部記憶装置への退避方式

2. 特許請求の範囲

実記憶装置上にロードされているページと仮想記憶上のページとを対応づけるページテーブルと、各ページの状態を管理して前記ページテーブル上の各ページの状態を示す情報を更新するページ管理装置と、

実行中のプログラムの前記実記憶装置上に存在するページの中で前記仮想記憶から前記実記憶装置にロードされた後に更新されたページと最近の一定時間内にアクセスされたページとを前記ページテーブルに基づいて選択して選択されたページに関する前記ページテーブル上の情報を前記ページテーブル上の連続した領域に収集するページ選択収集手段と、

このページ選択収集手段によって選択されて収集された情報に対応するページを外部記憶装置に退避するページ退避手段と、

を有することを特徴とするプログラムの外部記憶装置への退避方式。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はプログラムの外部記憶装置への退避方式(複数のページに区切られているプログラム(データ部分を含む。以下同様)の中で実記憶装置にロードされているページの外部記憶装置への退避方式を意味する。以下同様)に関し、特に仮想記憶方式をとる電子計算機システムにおけるプログラムの外部記憶装置への退避方式に関する。

(従来の技術)

知られた実記憶装置を使用して極めて大きなプログラムを実行するために、仮想記憶方式が提供されている。仮想記憶方式をとる電子計算機システムでは、実行中のプログラムの全ページは仮想記憶上に置かれ(物理的には外部記憶装置上に実現される)、実記憶装置上にはプログラムの実行の必要に応じた一部のページのみがロードされている。

プログラムを構成する実記憶装置上のページと仮想記憶上のページとは、ページテーブルというアドレス変換テーブルによって対応づけられている。ページテーブルは複数のページテーブルワードよりなり、各ページテーブルワードは仮想記憶上の各ページの状態（実記憶装置上にロードされているか否か、ロードされた後に実記憶装置上で更新されたか否かおよび最近の一定時間内に実記憶装置上でアクセスされたか否か等）を示すフラグとアクセス頻度を示す履歴と各ページの存在する実記憶装置または仮想記憶上のアドレスとを含んでいる。

また、ページ管理装置が各ページの状態を管理しており、上述のページテーブルワードの情報を更新する。

このような仮想記憶方式をとる電子計算機システムにおいて、実記憶装置を複数のプログラムで多重利用するために、実行中のプログラムの実記憶装置上にロードされている全てのページを外部記憶装置（仮想記憶を物理的に実現する外部記憶

装置とは別の外部記憶装置（同一の外部記憶装置でファイルが異なる場合も多い）に退避する方式がとられている。

従来、この種のプログラムの外部記憶装置への退避方式では、ページテーブル上の情報に基づいて退避の対象のプログラムの中で実記憶装置上に存在するページを求めて実記憶装置上に存在する全てのページを外部記憶装置に退避する方法がとられていた。

（発明が解決しようとする問題点）

上述した従来のプログラムの外部記憶装置への退避方式は、実行中のプログラムの実記憶装置上にロードされている全てのページが外部記憶装置に退避されるので、プログラムの容量が大きくなるのにもとれない実記憶装置に一度にロードされるページの数が増し、多数のページを外部記憶装置に退避する時間が増大して大きな容量の外部記憶装置が必要になるという欠点がある。

また、実記憶装置の多重利用という観点からすると、プログラムを外部記憶装置に退避する時間

が増大することにより、実記憶装置の使用を待っている他のプログラムへの実記憶装置の割当てが遅れるという欠点がある。

しかも、実記憶装置上に存在するページの中には参照されるだけで更新されないページが多く存在し、更新されないページについては仮想記憶上と同一のページイメージ（ページ内のプログラムまたはデータの内容。以下同様）を持つページが外部記憶装置上に退避されることになるので、実記憶装置上の全てのページを外部記憶装置に退避するということは処理時間の面でも外部記憶装置の容量の面でも無駄になるという欠点がある。

本発明の目的は、上述の点に鑑み、実行中のプログラムを外部記憶装置に退避する際に、実記憶装置上にロードされているページの中で退避の必要性の高いページのみを退避し、退避に要する処理時間および外部記憶装置の容量を減少させることができるプログラムの外部記憶装置への退避方式を提供することにある。

（問題点を解決するための手段）

本発明のプログラムの外部記憶装置への退避方式は、実記憶装置上にロードされているページと仮想記憶上のページとを対応づけるページテーブルと、各ページの状態を管理して前記ページテーブル上の各ページの状態を示す情報を更新するページ管理装置と、実行中のプログラムの前記実記憶装置上に存在するページの中で前記仮想記憶から前記実記憶装置にロードされた後に更新されたページと最近の一定時間内にアクセスされたページとを前記ページテーブルに基づいて選択して選択されたページに関する前記ページテーブル上の情報を前記ページテーブル上の連続した領域に収集するページ選択収集手段と、このページ選択収集手段によって選択されて収集された情報に対応するページを外部記憶装置に退避するページ退避手段とを有する。

【作用】

本発明のプログラムの外部記憶装置への退避方式では、ページテーブルが実記憶装置上にロードされているページと仮想記憶上のページとを対応

づけ、ページ管理装置が各ページの状態を管理してページテーブル上の各ページの状態を示す情報を更新し、ページ選択収集手段が実行中のプログラムの実記憶装置上に存在するページの中で仮想記憶から実記憶装置にロードされた後に更新されたページと最近の一定時間内にアクセスされたページとをページテーブルに基づいて選択して選択されたページに関するページテーブル上の情報をページテーブル上の連続した領域に収集し、ページ退避手段がページ選択収集手段によって選択されて収集された情報に対応するページを外部記憶装置に退避する。

#### (実施例)

次に、本発明について図面を参照して説明する。

第1図は本発明のプログラムの外部記憶装置への退避方式の一実施例の構成を示すブロック図である。本実施例のプログラムの外部記憶装置への退避方式は、複数のページに分割されている仮想的な記憶空間であって物理的には外部記憶装置で実現される仮想記憶1と、複数のページテーブル

ページ退避手段7とから構成されている。

次に、このように構成された本実施例のプログラムの外部記憶装置への退避方式の動作について説明する。なお、ここでは第2図(a)および(b)に示すように、仮想記憶1上のアドレスv0～v7に格納されたページイメージがA0～A7のページによって構成されるプログラムの中で実記憶装置3(アドレスr0～r7の領域を含んで構成されている)上にロードされているページが、ページテーブルワードp0～p7(それぞれが仮想記憶1のアドレスv0～v7に対応している)を含むページテーブル2の情報に基づいて外部記憶装置4(アドレスd0～d3の領域を含んで構成されている)に退避される場合について説明する。

まず、ページイメージA0～A7からなるプログラムが仮想記憶1上に作成され、実行時の必要に応じてページ単位で実記憶装置3上にロードされる。

このとき、ロードされた各ページの实記憶装置

ワード(仮想記憶1または実記憶装置3上のアドレスをページ番号として有し、そのアドレスに存在するページの状態を示す各種のフラグ等を有している。第2図(a)および(b)参照)よりなり仮想記憶1上のページと実記憶装置3上にロードされているページとを対応づけるページテーブル2と、プログラムの実行に基づいて仮想記憶1上の必要なページがロードされる実記憶装置3と、実行中のプログラムの実記憶装置3上にロードされているページが選択的に退避される外部記憶装置4と、各ページの状態を管理してページテーブル2上の各ページの状態を示す情報を更新するページ管理装置5と、実行中のプログラムの実記憶装置3上にロードされている全てのページの中で外部記憶装置4に退避すべきページを選択して選択されたページに関するページテーブルワードをページテーブル2上の連続した領域に収集するページ選択収集手段6と、ページ選択収集手段6によって選択されて収集されたページテーブルワードに対応するページを外部記憶装置4に退避する

3上のアドレスおよびロードされたことを示すフラグMが、ページ管理装置5によってページテーブル2上の該当する各ページテーブルワードにセットされる。

このようにしてロードされた実記憶装置3上のページのページイメージが更新されると、ページ管理装置5によってページテーブル2上の更新されたページに対応するページテーブルワードにフラグAがセットされる。

また、実記憶装置3上にロードされたページがアクセスされると、ページ管理装置5によってページテーブル2上のアクセスされたページに対応するページテーブルワードにフラグDがセットされる。

プログラムが中央処理装置(図示せず)を一定時間利用すると、ページ管理装置5によってページテーブル2上のフラグDの存在の有無に基づいて各ページのアクセス状態を示すページテーブル2上の履歴Hが更新され(更新の状態については後述する)、フラグDが消去される。

以上のような過程を経た実行中のプログラムのページを外部記憶装置4に退避するときの退避前の仮想記憶1、ページテーブル2および実記憶装置3の内容は、例えば第2図(a)に示すようになっている。

すなわち、ページテーブルワードp0のフラグMは仮想記憶1上のアドレスv0のページが実記憶装置3上にロードされていることを示し、ページテーブルワードp0中のページ番号r4が実記憶装置3上のアドレスr4にこのページがロードされていることを示している。

同様に、ページテーブルワードp1、p3、p6およびp7のフラグMと各ページ番号とが、仮想記憶1上のアドレスv1、v3、v6およびv7のページが実記憶装置3上のアドレスr0、r1、r7およびr6にロードされていることを示している。

一方、ページテーブルワードp2のフラグMの不存在は仮想記憶1上のアドレスv2のページが実記憶装置3上にロードされていないことを示し、

およびA6が実記憶装置3上にロードされた後に更新されていないことを示している。

また、ページテーブルワードp0およびp3のフラグDは、ページ管理装置5によってページのアクセス状態が調べられる周期の最近の一定時間内に実記憶装置3上のアドレスr4およびr1のページがアクセスされたことを示している。

一方、ページテーブルワードp1、p6およびp7のフラグDの不存在は、ページ管理装置5によってページのアクセス状態が調べられる周期の最近の一定時間内に実記憶装置3上のアドレスr0、r7およびr6のページがアクセスされていないことを示している。

さらに、ページテーブルワードp0～p7の履歴H3、H0、H5およびH2は、各ページのフラグDの履歴を示し、数値が大きい程最近のそのページへのアクセスが多かったことを示している。

この履歴Hは、プログラムが中央処理装置を一定時間利用する毎にページ管理装置5によってページテーブル2上のフラグDが存在するかどうかを

ページテーブルワードp2のページ番号v2は仮想記憶1上のアドレスv2にこのページが存在することを示している(後述するページテーブルワードの収集の処理によって、ページテーブルワードの番号と仮想記憶1のアドレスとがくいちがってくることがあるのでこの情報の存在は意味がある)。

同様に、ページテーブルワードp4およびp5のフラグMの不存在は、仮想記憶1上のアドレスv4およびv5のページが実記憶装置3上にロードされていないことを示している。

また、ページテーブルワードp0、p3およびp7のフラグAは、仮想記憶1上のアドレスv0、v3およびv7のページのページイメージA0、A3およびA7が実記憶装置3上にロードされた後にページイメージA0'、A3'およびA7'に更新されたことを示している。

一方、ページテーブルワードp1およびp6のフラグAの不存在は、仮想記憶1上のアドレスv1およびv6のページのページイメージA1お

とめることによって採取される。すなわち、その調査時に各ページテーブルワードのフラグDが存在すればフラグDを消去して履歴Hにセットされている数値に1を加算する。逆に、フラグDが存在しなければ履歴Hにセットされている数値から1を減算する。ただし、履歴Hの数値が0である場合およびあらかじめ設定されている履歴Hの最大値h(正整数)である場合は数値は更新されない(最大値hの値が大きい程長い期間の履歴が正確にとれる)。

このような状態で、実行中のプログラムの実記憶装置3上にロードされているページを中央処理装置を多重利用するために外部記憶装置4に退避するときには、まずページ選択収集手段6によって効率的にプログラムを外部記憶装置4に退避するためのページの選択が行われる。

すなわち、ページテーブル2上のページテーブルワードp0～p7の中で次の4つの条件を全て満たすものに対応するページが退避不要なページとして選択される。

- (1) フラグAが存在しないページ
- (2) フラグDが存在しないページ
- (3) 履歴Hが一定の基準（ここではH3とする。他の値を設定することも可能である）以下のアクセス頻度のページ
- (4) フラグMが存在するページ

以上の4つの条件が設定される理由は、実記憶装置3上にロードされているページであっても（条件（4））、ページイメージが更新されずに同一のページが仮想記憶1上に存在するもので（条件（1））、最近の一定時間内にアクセスされておらず（条件（2））、より長期の最近の一定時間のアクセス頻度が低いページ（条件（3））は外部記憶装置4に退避する必要があるという考えに基づいている。

なお、ページテーブルワードにフラグMが存在しないページは、実記憶装置3にロードされていないので退避する必要があることはないというまでもない。

逆の観点からの条件（2）と条件（3）とが設

される。

次に、ページ退避手段7によって外部記憶装置4に退避するページに対応するページテーブルワードをページテーブル2上の連続した領域に収集するために、ページ選択収集手段6によってページテーブル2上のページテーブルワードが次のように変更される。

まず、退避の対象のプログラムに対応するページテーブルワードp0～p7の中でページテーブル2上の高位のページテーブルワードp7からフラグMの存在するページテーブルワードがサーチされる。

このサーチによって、まずページテーブルワードp7が選択される。

次に、ページテーブル2上の低位のページテーブルワードp0からフラグMの存在しないページテーブルワードがサーチされる。

このサーチによって、ページテーブルワードp0にはフラグMが存在し、ページテーブルワードp1のフラグMはすでに消去されているので、

定される理由は、フラグDが存在して最近の一定時間内にアクセスされたページまたは履歴Hの値が大きくてアクセス頻度の高いページは、次にプログラムを外部記憶装置4から実記憶装置3に復元したときにも同様にアクセス頻度が高いと予測でき、このページを退避しておかないと復元後すぐにこのページに対するアクセスが発生して仮想記憶1から実記憶装置3へのロードを必要とする可能性が高いので、更新されたページとともにアクセス頻度の高いページも一括して外部記憶装置4に退避して復元時の実記憶装置3へのロードを効率的にするべきであるという考えに基づいている。

第2図(a)に示す退避前のページテーブル2において、上述の4つの条件を全て満たすものとしてページテーブルワードp1が選択される。

そこで、このページテーブルワードp1のフラグMが後述のページテーブルワードの収集に備えて消去され、ページ番号が実記憶装置3上のアドレスr0から仮想記憶1上のアドレスv1に変更

ページテーブルワードp1が選択される。

このようにして選択されたページテーブルワードp7とページテーブルワードp1との内容が入れ換えられ、内容を入れ換えたことを示すためのフラグCが両方のページテーブルワードに設定される。

このフラグCは、仮想記憶1上のアドレスv0～v7とページテーブルワードp0～p7との対応のくいちがいを後で修正するために設定される。

以上のページテーブル2上の高位のページテーブルワードp7からフラグMの存在するページテーブルワードをサーチする処理とページテーブル2上の低位のページテーブルワードp0からフラグMの存在しないページテーブルワードをサーチする処理とが、同一のページテーブルワードに達するまで順次繰り返される。

その結果、第2図(a)に示すページテーブル2の内容が第2図(b)に示すページテーブル2の内容に変更される。

なお、この処理の過程において退避すべきペー

ジの数がカウントされて、第2図(b)に示すように外部記憶装置4上に退避に必要なアドレスd0～d3の領域が確保される。

このようにしてページテーブル2上の低位に収集されたページテーブルワードp0、p1、p2およびp3に基づいて、実記憶装置3上のアドレスr4、r6、r7およびr1のページが外部記憶装置4上のアドレスd0、d1、d2およびd3に退避される。

退避するページに対応するページテーブルワードが連続した領域に収集されることにより、退避のための実記憶装置3と外部記憶装置4とにおける入出力の処理時間が短縮される。

退避後のページテーブル2、実記憶装置3および外部記憶装置4の内容は、第2図(b)に示すようになる。

なお、本実施例ではフラグDの履歴H(アクセス頻度)の採取の方法として上述のような方法をとる場合について述べたが、この採取の方法として他の種々の方法をとることも可能である。

#### (発明の効果)

以上説明したように本発明は、ページ選択収集手段とページ退避手段とを設けることにより、実行中のプログラムの実記憶装置上にロードされているページを外部記憶装置に退避する際に実記憶装置上に存在する必要最小限のページしか外部記憶装置に退避しないことにより、退避に要する処理時間が短くなり、退避に必要な外部記憶装置の容量が小さくなるという効果がある。

また、ページ選択収集手段の選択においてアクセス頻度の高いページが外部記憶装置に退避されることにより、実記憶装置上にプログラムを復元する際にそれらのページを更新されたページとともに一括して外部記憶装置からロードすることができ、限られたページのみを退避するという制約の中で、外部記憶装置からの復元後すぐにアクセス頻度の高いページを仮想記憶からロードしなおすという無駄が少なくなるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の構成を示すブロッ

ク図、

第2図(a)は第1図中の仮想記憶、ページテーブルおよび実記憶装置のページの退避前の状態を示す図、

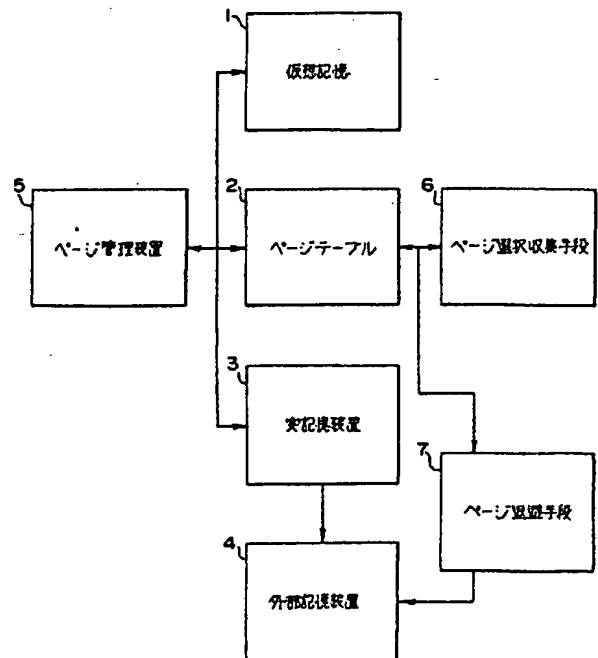
第2図(b)は第1図中のページテーブル、実記憶装置および外部記憶装置のページの退避後の状態を示す図である。

図において、

- 1・・・仮想記憶、
- 2・・・ページテーブル、
- 3・・・実記憶装置、
- 4・・・外部記憶装置、
- 5・・・ページ管理装置、
- 6・・・ページ選択収集手段、
- 7・・・ページ退避手段である。

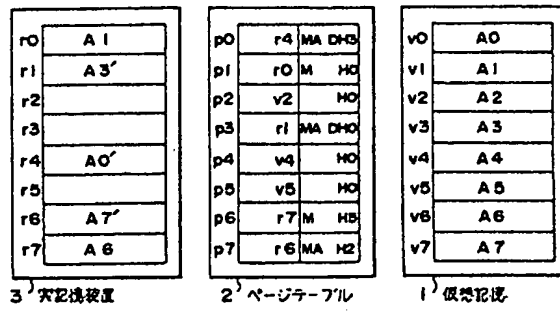
特許出願人 日本電気株式会社  
代理人 井理士 河原 純一

第1図





第 2 図 (a)



第 2 図 (b)

